

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-113801

(43)Date of publication of application : 02.05.1997

(51)Int.Cl.

G02B 13/18

H04N 5/64

(21)Application number : 07-275775

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 24.10.1995

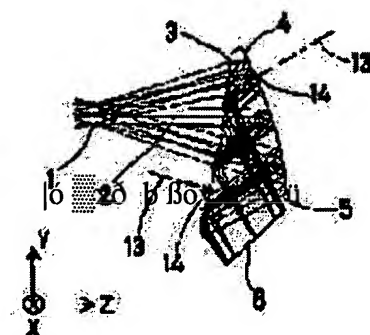
(72)Inventor : NAKAOKA MASAYA
HISAYOSHI KEIICHI
KENNO KOKICHI
TAKAHASHI KOICHI

(54) OPTICAL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical system capable of exactly measuring a surface shape and having a rotary asymmetric optical surface whose center of external size is not in coincidence with the center of the surface shape.

SOLUTION: This optical system has a rotary asymmetric surface shape such as an anamorphic surface, is arranged obliquely to the optical axis 2 and has at least one surface of optical surfaces 3, 4 whose center of surface determined by its external size is not coincident with the center 14 of the surface shape. A point 14 at which the surface shape becomes symmetric in two orthogonal directions in at least an arbitrary area on the optical surfaces 3, 4 exists on the optical surfaces 3, 4. When the symmetric point 14 is constituted so as to actually exist on the optical surfaces 3, 4, since the positioning of the optical surface is performed on the basis of this point without using approximation, exact measurement of the surface shape is performed.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-113801

(43)公開日 平成9年(1997)5月2日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 13/18			G 0 2 B 13/18	
H 0 4 N 5/64	5 1 1		H 0 4 N 5/64	5 1 1 A

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 31 頁)

(21)出願番号 特願平7-275775

(22)出願日 平成7年(1995)10月24日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 中岡正哉

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリン

パス光学工業株式会社内

(72)発明者 久芳圭一

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリン

パス光学工業株式会社内

(72)発明者 研野孝吉

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリン

パス光学工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 荏澤 弘 (外7名)

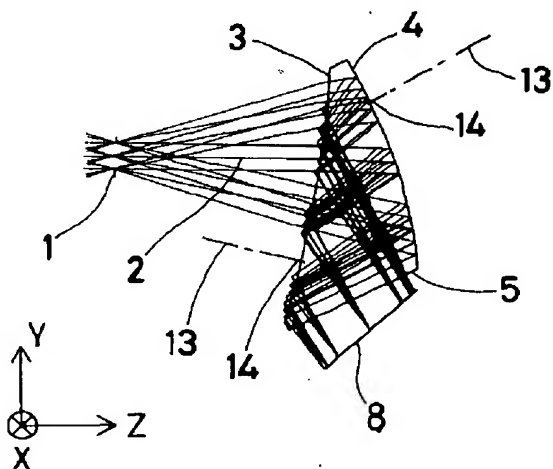
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学系

(57)【要約】

【課題】 正確な面形状測定が可能で光学面の外形の中心と面形状の中心とが一致しない回転非対称な光学面を有する光学系。

【解決手段】 アナモルフィック面等の回転非対称な面形状を有し、光軸2に対して傾いて配置され、かつ、外形で決まる面の中心と面形状の中心14とが一致しない光学面3、4を少なくとも1面有する光学系において、光学面3、4上の少なくともある任意の領域内において直交する2つの方向に関して面形状が対称となる点14が光学面3、4上に存在する。この対称となる点14が光学面3、4上に実際に存在するように構成されていると、測定機に対する光学面の位置決めを、近似によらずに、この点を基準にして行うことができるので、正確な面形状測定を行うことができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転非対称な面形状を有し、光軸に対して傾いて配置され、かつ、外形で決まる面の中心と面形状の中心とが一致しない光学面を少なくとも1面有する光学系において、前記光学面上の少なくともある任意の領域内において直交する2つの方向に関して面形状が対称となる点が前記光学面上に存在することを特徴とする光学系。

$$Z = CY \cdot y^2 / [1 + \{1 - (ak + 1) CY^2 \cdot y^2\}^{1/2}] + \sum_{n=1}^{\infty} ac(n) \cdot y^n \quad \dots (2)$$

ただし、Zはある任意にとったY座標軸からのずれ量、CYはY軸方向曲率、akは円錐係数、ac(n)は非*

∞

$$Z = \sum_{n=1}^{\infty} C_{0,n} \cdot y^n$$

ただし、Zはある任意にとったY座標軸からのずれ量、C_{0,n}は各項の係数である。

【請求項3】 回転非対称な面形状を有し、光軸に対して傾いて配置され、かつ、外形で決まる面の中心と面形状の中心とが一致しない光学面を少なくとも1面有する光学系において、前記面形状がアナモルフィック面又はトーリック面であり、その面形状の原点を前記光学面の中に有することを特徴とする光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、接眼光学系又は結像光学系として使用可能な光学系に関し、特に、偏心した回転非対称な光学面を有する光学系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、さまざまな分野での技術革新に伴い、今までにない新規な光学系が要求されている。それに応えるために、様々な特殊な光学系が開発されている。その中には回転非対称な光学面もあり、様々な設計がなされている。

【0003】例えば、頭部又は顔面装着式画像表示装置のような小型軽量が求められる光学系においては、小型化のために光軸に対し傾いて配置された凹面鏡を用いることがある。このとき、凹面鏡を傾けることによりコマ収差や非点収差等の収差が大きく発生する。これらの収差を補正するために、凹面鏡やその他の面の面形状を回転非対称な面、例えばアナモルフィック面、トーリック面とすることが考えられる。しかし、単に光学面を傾けただけでは偏心方向に非対称なディストーションが発生する。すなわち、図22に示したように、光学系の光軸32方向をZ軸とし、光学系の偏心方向にY軸をとり、Y、Z軸に垂直にX軸をとった場合に、面形状の中心33を有する回転非対称な光学面31によりY軸方向に非対称なディストーションが発生する。これを補正するた

2

*【請求項2】 少なくとも1つの対称面を有する回転非対称な面形状を有し、光軸に対して傾いて配置され、かつ、外形で決まる面の中心と面形状の中心とが一致しない光学面を少なくとも1面有する光学系において、前記対称面において切断した前記光学面の形状を以下の何れかの数式で表したとき、当該数式の少なくとも1つの極大点あるいは極小点が光学面内に存在することを特徴とする光学系。

※球面係数である。

... (3)

めには、図23に示したように、回転非対称な光学面31の面形状の中心33を光軸32に対してずらして配置することで補正することができる。ここで、面形状の中心33とは、アナモルフィック面、トーリック面等においては、面形状を表す数式の原点、より一般的には、少なくともある領域において直交する2方向に面形状が対称な点である。また、このように光軸に対して面形状の中心をずらして配置する場合、光学面の外形により決定される中心と面形状の中心とが一致していないことが一般的である。ここで言う光学面の外形により決定される中心とは、光学面の外径が円である場合、その円の中心であり、光学面の外径が四角形であればその四角形の対角線の交点である。

30 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、面形状中心と光学面の外形により決定される中心とがずれて配置されている場合には、以下のような問題点が発生する。回転非対称な光学面を加工した後には面形状を測定する際には、いわゆる三次元形状測定機を用いることが多い。この測定機は、光学面の面上の数千から数万の点のX、Y、Z3次元座標を測定し、それらの座標から設計式とのずれを測定するものである。光学面の外形の中心と面形状の中心とが一致している場合には、外形を基準として被測定物である光学面の位置を正確に決定できるので、面形状の設計式と測定値との比較を正確に行うことができる。

【0005】しかし、光学面の外形の中心と面形状の中心とが一致していない場合には、外形を基準にして光学面の位置決めを行うことができないため、測定機に対する光学面の位置は、光学面の面形状測定結果からの推測、例えば、面形状の設計式に対する測定結果である数千から数万の座標データの最小自乗法等によるフィッティングによる方法で求めていた。この方法では、被測定物の位置決めを近似によって行うので正確な光学面の位

50

置が不明であるため、測定精度が悪化していた。特に、反射面では、面精度が特に厳しく要求されるため、測定も高精度が要求されるが、上記のように非測定物の位置が正確に求められないことが大きな問題となっていた。

【0006】本発明は従来技術の上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、正確な面形状測定が可能で光学面の外形の中心と面形状の中心とが一致しない回転非対称な光学面を有する光学系を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の第1の光学系は、回転非対称な面形状を有し、光軸*

$$0.05 \times D < L, < 0.25 \times D$$

ただし、Lは前記断面の前記の点に近い側の一端から前記の点までの距離、Dは前記断面の外径である。

【0009】本発明の第2の光学系は、少なくとも1つの対称面を有する回転非対称な面形状を有し、光軸に対して傾いて配置され、かつ、外形で決まる面の中心と面*

$$Z = CY \cdot y^2 / [1 + \{1 - (ak + 1) CY^2 \cdot y^2\}^{1/2}] + \sum_{n=2}^{\infty} ac(n) \cdot y^n \quad \dots (2)$$

ただし、Zはある任意にとったY座標軸からのずれ量、CYはY軸方向曲率、akは円錐係数、ac(n)は非★

$$Z = \sum_{n=0}^{\infty} C_{0n} \cdot y^n \quad \dots (3)$$

ただし、Zはある任意にとったY座標軸からのずれ量、C_{0n}は各項の係数である。

【0010】この場合、前記対称面において切断した形☆

$$0.05 \times D < L, < 0.25 \times D \quad \dots (4)$$

ただし、Lは前記断面の前記の点に近い側の一端から前記の点までの距離、Dは前記断面の外径である。

【0011】本発明の第3の光学系は、回転非対称な面形状を有し、光軸に対して傾いて配置され、かつ、外形で決まる面の中心と面形状の中心とが一致しない光学面を少なくとも1面有する光学系において、前記面形状がアナモルフィック面又はトーリック面であり、その面形◆

$$0.05 \times D < L, < 0.25 \times D \quad \dots (8)$$

ただし、Lは前記断面の前記原点に近い側の一端から前記原点までの距離、Dは前記断面の外径である。

【0013】以上の第1～第3の光学系において、回転非対称な形状をした光学面を反射面とすることができる。

【0014】また、光学系を画像表示素子と共に頭部又は顔面装着式画像表示装置に用いることができる。

【0015】その場合、その光学系が、少なくとも2つの面を有し、透過面を形成する第1面と、反射面を形成する第2面とを含み、前記の少なくとも2つの面は観察者が観察する投影画像の中心方向となる視軸に対して傾いて配置されており、かつ、第1面と第2面との間の傾

*に対して傾いて配置され、かつ、外形で決まる面の中心と面形状の中心とが一致しない光学面を少なくとも1面有する光学系において、前記光学面上の少なくともある任意の領域内において直交する2つの方向に関して面形状が対称となる点の前記光学面上に存在することを特徴とするものである。

【0008】この場合、少なくともある任意の領域内において直交する2つの方向に関して面形状が対称となる点での、何れか一方の対称面で切断した光学面の断面における前記の点の位置が以下の式を満たすことが望ましい。

$$\dots (1)$$

※形状の中心とが一致しない光学面を少なくとも1面有する光学系において、前記対称面において切断した前記光学面の形状を以下の何れかの数式で表したとき、当該数式の少なくとも1つの極大点あるいは極小点が光学面内に存在することを特徴とするものである。

★球面係数である。

☆状を表す数式の極大点あるいは極小点の少なくとも1点の位置が以下の式を満たすことが望ましい。

◆状の原点を前記光学面の中に有することを特徴とするものである。

【0012】この場合、前記アナモルフィック面又はトーリック面の面形状の対称面の何れか一方で切断した光学面の断面における、前記原点の位置が以下の式を満たすことが望ましい。

域が屈折率が1よりも大きな媒質で満たされているものとすることができる。

【0016】また、その光学系が、互いに偏心して配置された少なくとも2つの反射鏡を有し、その中の少なくとも1つが凹面鏡であるものとすることができる。

【0017】また、その光学系が、観察者が観察する投影画像の中心方向となる視軸に対して傾いて配置された少なくとも1つの凹面鏡を有し、この凹面鏡と画像表示素子との間に少なくとも1つの正の屈折力を有する光学素子が配置されているものとすることができる。

【0018】また、その光学系が、少なくとも3つの面を有し、画像表示素子から射出された光線の通過する順

に、少なくとも透過面を形成する第3面と、反射面を形成する第2面と、透過面を形成する第1面とを含むものとすることができる。この場合、光学系の第1面が、透過面と同時に反射面を形成しているようにすることができる。

【0019】また、その光学系が、少なくとも3つの面を有し、画像表示素子から射出された光線の通過する順に、少なくとも透過面と同時に反射面を形成する第2面と、反射面を形成する第4面と、透過面を形成する第1面とを含むものとすることができる。この場合、第2面において光線が1度の透過と2度の反射を行い、かつ、第4面において2度の反射を行うようにすることができる。

【0020】また、その光学系が、少なくとも3つの面を有し、画像表示素子から射出された光線の通過する順に、少なくとも透過面と同時に反射面を形成する第2面と、反射面と同時に透過面を形成する第1面と、反射面を形成する第4面とを含むものとすることができる。

【0021】また、その光学系が、少なくとも4つの面を有し、画像表示素子から射出された光線の通過する順に、少なくとも透過面を形成する第3面と、反射面を形成する第4面と、反射面を形成する第2面、透過面を形成する第1面とを含むものとすることができる。この場合、第2面において、光線が2度の反射を行うようにすることができる。また、第3面が、透過面と同時に反射面を形成しているようにすることもできる。

【0022】また、その光学系が、少なくとも4つの面を有し、画像表示素子から射出された光線の通過する順に、少なくとも1度の透過と2度の反射とを行う第2面*

$$0.05 \times D < L, < 0.25 \times D$$

ただし、Lは上記の断面のその対称となる点に近い側の一端からその点までの距離、Dは上記の断面の外径である。このような関係にあれば、非対称なディストーションを効果的に除去しながら、同時に光学面の位置決めを正確に行うことができ、高精度な面形状測定を行うことができる。

【0027】さて、少なくとも1つの対称面を有する光学面の面形状の測定結果から、その対称面において切断した形状における極大点あるいは極小点を抽出することは容易かつ正確に行える。したがって、その極大点あ※40

$$0.05 \times D < L, < 0.25 \times D$$

ただし、Lはその断面のその極大点あるいは極小点に近い側の一端からその点までの距離、Dはその断面の外径である。このような関係にあれば、非対称なディストーションを効果的に除去しながら、同時に光学面の位置決めを正確に行うことができ、高精度な面形状測定を行うことができる。

【0029】なお、回転非対称な面形状がアナモルフィック面又はトーリック面であり、その面形状の原点を光

*と、反射面を形成する第5面と、反射面を形成する第4面と、透過面を形成する第1面とを含むものとすることができる。

【0023】以下に上記構成を採用する理由とその作用について説明する。光学面の面形状の測定結果から、ある任意の領域内において直交する2つの方向に関して面形状が対称となる点は容易かつ正確に抽出することができる。したがって、この対称となる点が光学面上に実際に存在するように構成されていれば、測定機に対する光学面の位置決めを、近似によらずに、この点を基準にして行うことができるので、正確な面形状測定を行うことができる。

【0024】例えば、図24に示すような面形状においては、ある領域内において直交する2つの方向に関して面形状が対称な形状をしている点41が複数存在するが、その中の少なくとも1つの点が光学面内に存在すれば、本発明の目的は達成される。

【0025】ここで、直交する2つの方向に関して面形状が対称となる点が連続的に存在するような面形状では、位置決めの基準となる点を1点に定めることが不可能である。当然、そのような面形状は本発明の面形状とは異なるものである。例えば、いわゆるシリンドリカル面と言われる面形状のように、ある一方向の断面形状が直線となる面形状がそれに当たる。

【0026】上記のように、ある任意の領域内において直交する2つの方向に関して面形状が対称となる点が光学面上に実際に存在する場合に、その点での、何れか一方の対称面で切断した光学面の断面におけるその点の位置が以下の式を満たすことが望ましい。

$$\dots (1)$$

※あるいは極小点が光学面内に存在するように構成されていれば、この極大点あるいは極小点を基準に光学面の位置決めを正確に行うことができ、高精度な面形状測定を行うことができる。

【0028】上記のように、少なくとも1つの対称面を有する光学面のその対称面において切断した形状における極大点あるいは極小点とその光学面内に存在するように構成されている場合に、その極大点あるいは極小点の少なくとも1点の位置が以下の式を満たすことが望ましい。

$$\dots (4)$$

学面の中に有する場合、光学面の面形状の測定結果から、アナモルフィック面又はトーリック面の面形状の原点は、容易かつ正確に抽出することができる。したがって、この原点を基準に光学面の位置決めを正確に行うことができ、高精度な面形状測定を行うことができる。

【0030】なお、アナモルフィック面、トーリック面の面形状はそれぞれ以下の式で表すものとする。

(アナモルフィック面式)

$$Z = (CX \cdot x^2 + CY \cdot y^2) / [1 + \{1 - (1 + K_x) CX^2 \cdot x^2 - (1 + K_y) CY^2 \cdot y^2\}^{1/2}] + \sum_{n=2} R_n \{ (1 - P_n) x^2 + (1 + P_n) y^2 \}^n \dots (5)$$

ただし、Zは面形状の原点に対する接平面からのずれ量、CXはX軸方向曲率、CYはY軸方向曲率、K_xはX軸方向円錐係数、K_yはY軸方向円錐係数、R_nは非

* 球面項回転対称成分、P_nは非球面項回転非対称成分である。

(トーリック面式)

$$Z = -\text{Sign}(Rx) \cdot \{(Rx - G(y))^2 - x^2\}^{1/2} + Rx \dots (6)$$

ただし、Zは面形状の原点に対する接平面からのずれ量、RxはX軸方向曲率半径、Sign(Rx)はX軸

10※方向曲率半径の符号、G(y)は、

$$G(y) = CY \cdot y^2 / [1 + \{1 - (ak + 1) CY^2 \cdot y^2\}^{1/2}] + \sum_{n=2} ac(n) \cdot y^n \dots (7)$$

であり、ここで、CYはY軸方向曲率、akは円錐係数、ac(n)は非球面係数である。

【0031】このように、回転非対称な面形状がアナモルフィック面又はトーリック面であり、その面形状の原★

★点を光学面の中に有する場合、アナモルフィック面又はトーリック面の面形状の対称面の何れか一方で切断した光学面の断面における、その原点の位置が以下の式を満たすことが望ましい。

$$0.05 \times D < L, < 0.25 \times D \dots (8)$$

ただし、Lは、その断面の原点に近い側の一端から原点までの距離、Dはその断面の外径である。このような関係があれば、非対称なディストーションを効果的に除去でき、高精度な面形状測定を行うことができる。

【0032】ところで、反射面においては透過面よりも高精度な面精度がより求められるので、以上のような回転非対称な形状をした光学面を反射面として用いると、より効果的である。

【0033】さて、頭部又は顔面装着式画像表示装置においては、より小型で良好に収差が補正された光学系が用いられるため、偏心した凹面鏡を用いることが考えられている。そこで、図25に示すように、本発明による光学系を接眼光学系21として構成し、画像表示素子22と共に、頭部又は顔面装着式画像表示装置に用いることは、より効果的である。

【0034】なお、後記の実施例1～21のような構成をとることにより、広い画角において明瞭に観察が可能であり、像の明るさの低下がほとんど生じることがなく、さらに、非常に小型軽量で疲労し難い頭部又は顔面装着式画像表示装置に使用可能な光学系を実現すること

【0035】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の光学系のいくつか

$$Z = (CX \cdot x^2 + CY \cdot y^2) / [1 + \{1 - (1 + K_x) CX^2 \cdot x^2 - (1 + K_y) CY^2 \cdot y^2\}^{1/2}] + \sum_{n=2} R_n \{ (1 - P_n) x^2 + (1 + P_n) y^2 \}^n \dots (5)$$

ただし、Zは面形状の原点に対する接平面からのずれ量、CXはX軸方向曲率、CYはY軸方向曲率、K_xはX軸方向円錐係数、K_yはY軸方向円錐係数、R_nは非

20☆かの実施例について説明する。以下の実施例は、何れも本発明の光学系を頭部又は顔面装着式画像表示装置の接眼光学系として用いたものである。

【0036】後述する各実施例の構成パラメータにおいては、図1に示すように、観察者の瞳位置1を光学系の原点として、観察者の視軸2をZ軸とする。なお、瞳1から遠ざかる方向を正としている。また、図の平面内に、図の上を正としてZ軸に直交するようにY軸をとる。さらに、Y軸、Z軸に直交するように、すなわち、図に垂直にX軸をとるものとする。なお、光線追跡は観察者の眼球1側を物体側として、画像表示素子8側を像面側とした逆追跡により行っている。

【0037】そして、偏心量Y、Z、傾き量θが記載されている面については、光学系の原点である観察者瞳1からのずれ量及びZ軸に対する傾き角を表している。なお、傾き角は反時計回りの方向を正としている。

【0038】また、偏心量Y、Z、傾き量θが記載されていない面は、その面の直前の面と同軸であり、その直前の面の中心軸に沿った面間隔で定義されている。なお、面間隔の符号は、瞳1から射出したときには正であり、以後、反射面を通過する毎に符号が反転する。

【0039】アナモルフィック面の形状は以下の式により定義する。面形状の原点を通り、光学面に垂直な直線がアナモルフィック面の軸となる。

球面項回転対称成分、P_nは非球面項回転非対称成分である。

50 なお、後記する実施例の構成パラメータでは、

R_x : X軸方向曲率半径

R_y : Y軸方向曲率半径

を用いており、曲率 CX 、 CY との間には、

$R_x = 1/CX$, $R_y = 1/CY$

の関係にある。また、データの記載されていない非球面に関する項は0である。屈折率については、d線(波長587.56nm)に対するものを表記してある。

【0040】また、ある断面における光学面の外径に対する面形状の中心の位置は、図26に示すように、断面51を有する光学面の両端52を結ぶ直線に対して面形状の中心53から下ろした垂線との交点の位置により定めている。すなわち、図26においては、以下の値が面形状の中心の位置となる。

【0041】 $a < b$ ならば、 $a/(a+b)$

$a > b$ ならば、 $b/(a+b)$

また、光学面の面形状の中心であるアナモルフィック面の原点では、直交する2方向であるY軸方向、X軸方向に関して、面形状は対称であり、また、Y軸上では極大値あるいは極小値となる。

【0042】〔実施例1〕この実施例の断面図を図1に示す。この光学系は、3つの面3、4、5からなり、その間が屈折率1より大きい媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置された透過面の第3面5を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第1面3で反射され、次に、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された反射面の第2面4に入射して反射され、その反射光は、第1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第1面3、第2面4の軸を示し、符号14は、それらの面形状の中心を示す。

【0043】第1面3及び第2面4のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対してそれぞれ以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にしていると同時に、非対称なディストーションの除去を行っている。

【0044】(外形に対する面形状中心の位置:L。/D)

第1面…20%

第2面…20%

【0045】〔実施例2〕この実施例の断面図を図2に示す。この光学系は、3つの面3、4、5からなり、その間が屈折率1より大きい媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置された透過面の第3面5を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第1面3で反射され、次に、観察者視軸2上に観察

者の瞳1と対向して偏心配置された反射面の第2面4に入射して反射され、その反射光は、第1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第1面3の軸を示し、符号14は、その面形状の中心を示す。

【0046】第1面3のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にしていると同時に、非対称なディストーションの除去を行っている。

【0047】(外形に対する面形状中心の位置:L。/D)

第1面…14%

なお、本実施例は、特願平7-120034号の実施例1と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0048】〔実施例3〕この実施例の断面図を図3に示す。この光学系は、3つの面3、4、5からなり、その間が屈折率1より大きい媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置された透過面の第3面5を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第1面3で反射され、次に、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された反射面の第2面4に入射して反射され、その反射光は、第1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第3面5の軸を示し、符号14は、その面形状の中心を示す。

【0049】第3面5のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にしていると同時に、非対称なディストーションの除去を行っている。

【0050】(外形に対する面形状中心の位置:L。/D)

第3面…20%

なお、本実施例は、特願平7-120034号の実施例3と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0051】〔実施例4〕この実施例の断面図を図4に示す。この光学系は、4つの面3、4、5、6からなり、その間が屈折率1より大きい媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置された透過面の第3面5を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、反射面の第4面6で反射され、次に、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された反射面の第2面4に入射して反射され、その反射光は、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第

1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第2面4、第3面5、第4面6の軸を示し、符号14は、それらの面形状の中心を示す。

【0052】第2面4、第4面6、第3面5のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にしている。また、第4面6の働きにより、非対称なディストーションの除去を行っている。

【0053】(外形に対する面形状中心の位置：L。/D)

第2面…47%

第3面…4%

第4面…16%

なお、本実施例は、特願平7-127896号の実施例2と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0054】〔実施例5〕この実施例の断面図を図5に示す。この光学系は、4つの面3、4、5、6からなり、その間が屈折率1より大きい媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置された透過面の第3面5を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、反射面の第4面6で反射され、次に、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された反射面の第2面4に入射して反射され、その反射光は、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第2面4、第4面6の軸を示し、符号14は、それらの面形状の中心を示す。

【0055】第2面4、第4面6のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にしている。また、第4面6の働きにより、非対称なディストーションの除去を行っている。

【0056】(外形に対する面形状中心の位置：L。/D)

第2面…48%

第4面…19%

なお、本実施例は、特願平7-127896号の実施例4と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0057】〔実施例6〕この実施例の断面図を図6に示す。この光学系は、4つの面3、4、5、6からなり、その間が屈折率1より大きい媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置された透過面の第3

面5を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された反射面の第2面4に入射して反射され、その反射後、反射面の第4面6で反射され、次に、第2面4に入射して反射され、その反射光は、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第2面4の軸を示し、符号14は、その面形状の中心を示す。

【0058】第2面4のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にすると同時に、非対称なディストーションを除去している。

【0059】(外形に対する面形状中心の位置：L。/D)

第2面…39%

なお、本実施例は特願平7-158897号の実施例4と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0060】〔実施例7〕この実施例の断面図を図7に示す。この光学系は、4つの面3、4、5、6からなり、その間が屈折率1より大きい媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置された透過面の第3面5を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、反射面の第4面6で反射され、次に、第3面5に入射して今度は反射され、次いで、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された反射面の第2面4に入射して反射され、その反射後、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第2面4の軸を示し、符号14は、その面形状の中心を示す。

【0061】第2面4のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にすると同時に、非対称なディストーションを除去している。

【0062】(外形に対する面形状中心の位置：L。/D)

第2面…21%

なお、本実施例は特願平7-158897号の実施例6と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0063】〔実施例8〕この実施例の断面図を図8に示す。この光学系は、3つの面3、4、6からなり、その間が屈折率1より大きい媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置され、かつ、観察者視軸2上

に観察者の瞳1と対向して偏心配置された第2面4を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、反射面の第4面6で反射され、次に、第2面4に入射して今度は反射され、再び第4面6で反射され、次いで、第2面4に入射して再度反射され、その反射後、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第2面4の軸を示し、符号14は、その面形状の中心を示す。

【0064】第2面4のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にしている。

【0065】(外形に対する面形状中心の位置: L。/ D)

第2面…33%

なお、本実施例は、特願平7-158897号の実施例7と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0066】〔実施例9〕この実施例の断面図を図9に示す。この光学系は、4つの面3、4、6、7からなり、その間が屈折率1より大きい媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置され、かつ、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された第2面4を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、反射面の第5面7で反射され、次に、第2面4に入射して今度は反射され、次いで、反射面の第4面6で反射され、再び第2面4に入射して再度反射され、その反射後、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第4面6の軸を示し、符号14は、その面形状の中心を示す。

【0067】第4面6のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にしている。

【0068】(外形に対する面形状中心の位置: L。/ D)

第4面…37%

なお、本実施例は、特願平7-158897号の実施例9と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0069】〔実施例10〕この実施例の断面図を図10に示す。この光学系は、3つの面3、4、5からなり、その間が屈折率1より大きい媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置された透過面の第3面5を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示

光は、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された反射面の第2面4に入射して反射され、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第1面3、第2面4の軸を示し、符号14は、それらの面形状の中心を示す。

10 【0070】第1面3、第2面4のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にすると同時に、非対称なディストーションを除去している。

【0071】(外形に対する面形状中心の位置: L。/ D)

第1面…45%

第2面…14%

なお、本実施例は、特願平6-290892号の実施例1と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

20 【0072】〔実施例11〕この実施例の断面図を図11に示す。この光学系は、3つの面3、4、5からなり、その間が屈折率1より大きい媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置された透過面の第3面5を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された反射面の第2面4に入射して反射され、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第1面3、第3面5の軸を示し、符号14は、それらの面形状の中心を示す。

【0073】第1面3、第3面5のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にしている。

40 【0074】(外形に対する面形状中心の位置: L。/ D)

第1面…9%

第3面…48%

なお、本実施例は、特願平6-290892号の実施例4と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

50 【0075】〔実施例12〕この実施例の断面図を図12に示す。この光学系は、3つの面3、4、5からなり、その間が屈折率1より大きい媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置された透過面の第3面5を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示

光は、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された反射面の第2面4に入射して反射され、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第2面4の軸を示し、符号14は、その面形状の中心を示す。

【0076】第2面4のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすること

で、面形状の高精度な測定を可能にしている。

【0077】(外形に対する面形状中心の位置:L。/D)

第2面… 9%

なお、本実施例は、特願平6-290892号の実施例5と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0078】〔実施例13〕この実施例の断面図を図13に示す。この光学系は、3つの面3、4、6からなり、その間が屈折率1より大きい媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置され、かつ、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された第2面4を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、反射面の第4面6で反射され、次に、第2面4に入射して今度は反射され、その反射後、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第2面4の軸を示し、符号14は、その面形状の中心を示す。

【0079】第2面4のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすること

で、面形状の高精度な測定を可能にすると同時に、非対称なディストーションを除去している。

【0080】(外形に対する面形状中心の位置:L。/D)

第2面… 27%

なお、本実施例は、特願平7-211594号の実施例3と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0081】〔実施例14〕この実施例の断面図を図14に示す。この光学系は、3つの面3、4、6からなり、第4面6は裏面鏡で構成され、第1面3と第2面4及び第4面6の裏面鏡に対向する面15との間が屈折率1より大きい媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置され、かつ、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された第2面4を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、面15を透過し、裏面鏡の第4面6で反射され、次に、面15を経て

第2面4に入射して今度は反射され、その反射後、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第2面4の軸を示し、符号14は、その面形状の中心を示す。

【0082】第2面4のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすること

で、面形状の高精度な測定を可能にすると同時に、非対称なディストーションを除去している。

【0083】(外形に対する面形状中心の位置:L。/D)

第2面… 7%

なお、本実施例は、特願平7-211594号の実施例4と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0084】〔実施例15〕この実施例の断面図を図15に示す。この光学系は、3つの面3、4、6からなり、その間が屈折率1より大きい2種類の媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置され、かつ、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された第2面4を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、反射面の第4面6で反射され、次に、第2面4に入射して今度は反射され、その反射後、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第2面4の軸を示し、符号14は、その面形状の中心を示す。

【0085】第2面4のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすること

で、面形状の高精度な測定を可能にすると同時に、非対称なディストーションを除去している。

【0086】(外形に対する面形状中心の位置:L。/D)

第2面… 13%

なお、本実施例は、特願平7-211594号の実施例6と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0087】〔実施例16〕この実施例の断面図を図16に示す。この光学系は、3つの面3、4、6からなり、その間が屈折率1より大きい3種類の媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置され、かつ、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された第2面4を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、反射面の第4面6で反射され、次に、第2面4に入射して今度は反射され、その反射後、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第

1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第2面4の軸を示し、符号14は、その面形状の中心を示す。

【0088】第2面4のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にすると同時に、非対称なディストーションを除去している。

【0089】(外形に対する面形状中心の位置：L。／D)

第2面…25%

なお、本実施例は、特願平7-211594号の実施例9と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0090】【実施例17】この実施例の断面図を図17に示す。この光学系は、3つの面3、4、6からなり、その間が屈折率1より大きい媒質で満たされており、画像表示素子8に対向して配置され、かつ、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された第2面4を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、観察者視軸2上に第2面4と観察者の瞳1との間に配置された第1面3で反射され、反射面の第4面6で反射され、次に、第2面4に入射して今度は反射され、その反射後、今度は第1面3を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第1面3の軸を示し、符号14は、その面形状の中心を示す。

【0091】第1面3のアナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にしている。

【0092】(外形に対する面形状中心の位置：L。／D)

第1面…27%

なお、本実施例は、特願平7-178657号の実施例3と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0093】【実施例18】この実施例の断面図を図18に示す。この光学系は、2つの反射鏡9、10からなり、その中、第1の反射鏡9は表面鏡、第2の反射鏡10を裏面鏡からなり、画像表示素子8に対向して配置された第2の反射鏡10の表面を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、第2の反射鏡10の表面、裏面、表面の順で透過、反射、透過し、次に、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された第1の反射鏡9で反射して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図

中、符号13は、アナモルフィック面を形成する第2の反射鏡10の表面及び裏面の軸を示し、符号14は、それらの面形状の中心を示す。

【0094】第2の反射鏡10の表面及び裏面において、アナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にすると同時に、非対称なディストーションを除去している。

【0095】(外形に対する面形状中心の位置：L。／D)

第2の反射鏡の表面…9%

第2の反射鏡の裏面…11%

なお、本実施例は、特願平7-43847号の実施例8と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0096】【実施例19】この実施例の断面図を図19に示す。この光学系は、正の屈折力を有する光学素子(接合レンズ)12と裏面鏡からなる凹面鏡11とからなり、画像表示素子8に対向して配置された凹面鏡11の表面を経て光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、凹面鏡11の表面、裏面、表面の順で透過、反射、透過し、次に、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された正の屈折力を有する光学素子12を透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する凹面鏡11の表面の軸を示し、符号14は、その面形状の中心を示す。

【0097】凹面鏡11の表面において、アナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にしている。

【0098】(外形に対する面形状中心の位置：L。／D)

凹面鏡の表面…14%

なお、本実施例は、特願平7-34号の実施例7と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0099】【実施例20】この実施例の断面図を図20に示す。この光学系は、正の屈折力を有する光学素子(接合レンズ)12と表面鏡からなる凹面鏡11とからなり、画像表示素子8に対向して配置された正の屈折力を有する光学素子12を透過して光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された凹面鏡11で反射して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することなく観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する凹面鏡11の反射面の軸を示し、符号14は、その面形状の中心を示す。

【0100】凹面鏡11の反射面において、アナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にすると同時に、非対称なディストーションを除去している。

【0101】（外形に対する面形状中心の位置：L。／D）

凹面鏡の反射面…27%

なお、本実施例は、特願平6-308980号の実施例4と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0102】〔実施例21〕この実施例の断面図を図21に示す。この光学系は、正の屈折力を有する光学素子（接合レンズ）12と裏面鏡からなる凹面鏡11ととなり、画像表示素子8に対向して配置された正の屈折力を有する光学素子12を透過して光学系に入射した画像表示素子8からの表示光は、観察者視軸2上に観察者の瞳1と対向して偏心配置された凹面鏡11の表面、裏面、表面の順で透過、反射、透過して光学系から射出して観察者視軸2に沿って進み、中間像を形成することな*20

*く観察者の瞳1に入射し、観察者の網膜上に表示像を結像する。図中、符号13は、アナモルフィック面を形成する凹面鏡11の表面、裏面の軸を示し、符号14は、それらの面形状の中心を示す。

【0103】凹面鏡11の表面及び裏面において、アナモルフィック面の面形状の原点14を光学面の外形に対して以下の位置にすることで、面形状の高精度な測定を可能にすると同時に、非対称なディストーションを除去している。

【0104】（外形に対する面形状中心の位置：L。／D）

凹面鏡の表面…44%

凹面鏡の裏面…6%

なお、本実施例は、特願平6-308980号の実施例5と同一の光学系であり、構成パラメータの違いは、座標系の定義の違いによるものである。

【0105】以下に上記実施例1～21の構成パラメータを示す。

実施例1

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心量)	アップ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	R _v -209.268		1.4922	57.50
(第1面) R _x	-95.115		(瞳位置より)	
K _v	0	Y	-18.335	θ -12°
K _x	0	Z	27.921	
R ₂	7.8387 × 10 ⁻⁷			
R ₃	2.9947 × 10 ⁻¹³			
R ₄	1.5297 × 10 ⁻¹⁴			
R ₅	-5.0289 × 10 ⁻¹⁷			
P ₂	-0.4499			
P ₃	-7.9471			
P ₄	0.6545			
P ₅	-0.1387			
3	R _v -67.801		1.4922	57.50
(第2面) R _x	-58.220		(瞳位置より)	
(反射面) K _v	0	Y	9.356	θ 27.44°
K _x	0	Z	38.348	
R ₂	4.2705 × 10 ⁻⁷			
R ₃	-7.7029 × 10 ⁻¹³			
R ₄	4.0793 × 10 ⁻²²			
R ₅	1.0591 × 10 ⁻¹⁷			
P ₂	0.1070			
P ₃	0.4967			
P ₄	119.38			
P ₅	-0.0092			
4	R _v -209.268		1.4922	57.50
(第1面) R _x	-95.115		(瞳位置より)	
(反射面) K _v	0	Y	-18.335	θ -12°

(12)

特開平9-113801

21

22

K_x 0
 R_2 7.8387×10^{-7}
 R_3 2.9947×10^{-13}
 R_4 1.5297×10^{-14}
 R_5 -5.0289×10^{-17}
 P_2 -0.4499
 P_3 -7.9471
 P_4 0.6545
 P_5 -0.1387

Z 27.921

5
(第3面)

 ∞

(瞳位置より)

Y -27.164 θ -62.56°

Z 27.921

6
(画像表示面)

 ∞

(瞳位置より)

Y -27.678 θ -46.89°

Z 39.000

【0106】実施例2

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	アッペ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	R_v -108.187		1.4922	57.50
(第1面)	R_x -73.105		(瞳位置より)	
	K_v 0		Y -24.028 θ -14.70°	
	K_x 0		Z 26.360	
	R_2 5.5419×10^{-7}			
	R_3 8.1756×10^{-11}			
	P_2 -0.0804			
	P_3 -1.3795			
3	R_v -69.871		1.4922	57.50
(第2面)	R_x -60.374		(瞳位置より)	
(反射面)	K_v -0.1368		Y 19.109 θ 36.66°	
	K_x -0.1233		Z 33.339	
	R_2 -7.2329×10^{-11}			
	R_3 -4.5294×10^{-12}			
	P_2 29.0752			
	P_3 -2.0854			
4	R -108.187		1.4922	57.50
(第1面)	R_x -73.105		(瞳位置より)	
(反射面)	K_v 0		Y -24.028 θ -14.70°	
	K_x 0		Z 26.360	
	R_2 5.5419×10^{-7}			
	R_3 8.1756×10^{-11}			
	P_2 -0.0804			
	P_3 -1.3795			
5	77.772		(瞳位置より)	
(第3面)			Y -35.215 θ -47.77°	
			Z 18.818	
6	∞		(瞳位置より)	
(画像表示面)			Y -30.892 θ -52.77°	
			Z 43.084	

【0107】実施例3

(13)

特開平9-113801

23 面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	24 アッベ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	R_v -178.469		1.4922	57.50
(第1面)	R_s -75.710		(瞳位置より)	
	K_v -4.7001		Y -42.983 θ -19.56°	
	K_s -1.2227		Z 19.657	
	R_1 9.7123×10^{-7}			
	R_2 -1.7919×10^{-10}			
	P_1 -0.4268			
	P_2 -0.3806			
3	R_v -81.632		1.4922	57.50
(第2面)	R_s -66.826		(瞳位置より)	
(反射面)	K_v -0.0705		Y 30.011 θ 40.46°	
	K_s -0.5741		Z 26.362	
	R_1 3.9038×10^{-11}			
	R_2 -2.9560×10^{-13}			
	P_1 -62.1044			
	P_2 3.6860			
4	R_v -178.469		1.4922	57.50
(第1面)	R_s -75.710		(瞳位置より)	
(反射面)	K_v -4.7001		Y -42.983 θ -19.56°	
	K_s -1.2227		Z 19.657	
	R_1 9.7123×10^{-7}			
	R_2 -1.7919×10^{-10}			
	P_1 -0.4268			
	P_2 -0.3806			
5	R_v -78.809		(瞳位置より)	
(第3面)	R_s -15.380		Y -28.629 θ -69.21°	
	K_v -12		Z 27.051	
	K_s -7.2014			
	R_1 -9.3889×10^{-7}			
	R_2 -3.4662×10^{-9}			
	P_1 -0.9953			
	P_2 0.7065			
6	∞		(瞳位置より)	
(画像表示面)			Y -30.077 θ -55.73°	
			Z 38.578	

【0108】実施例4

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	アッベ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	76.063		1.4990	69.10
(第1面)			(瞳位置より)	
			Y -0.946 θ 2.91°	
			Z 32.522	
3	R_v -156.527		1.4990	69.1
0				
(第2面)	R_s -98.656			
	(瞳位置より)			

(14)

特開平9-113801

25		26	
(反射面)	K_v	Y	2.234 θ 36.99°
	K_x	Z	49.661
	R_z		
	R_y		
	P_z		
	P_y		
4	R_v	1.4990	69.10
(第4面)	R_x	(瞳位置より)	
(反射面)	K_v	Y	-9.745 θ 29.83°
	K_x	Z	33.260
	R_z		
	R_y		
	P_z		
	P_y		
5	R_v	(瞳位置より)	
(第3面)	R_x	Y	-40.684 θ -19.13°
	K_v	Z	52.119
	K_x		
	R_z		
	R_y		
	P_z		
	P_y		
6	∞	(瞳位置より)	
(画像表示面)		Y	-32.358 θ 2.87°
		Z	62.534

【0109】実施例5

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心量)	アッペ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	-2227.303		1.4870	70.40
(第1面)			(瞳位置より)	
		Y	0 θ 0°	
		Z	32.000	
3	R_v -86.054		1.4870	70.40
(第2面)	R_x -71.847		(瞳位置より)	
(反射面)	K_v -0.8934	Y	3.478 θ 29.21°	
	K_x -0.2048	Z	50	
	R_z -3.3277×10^{-8}			
	R_y -3.2956×10^{-11}			
	P_z 0.2624			
	P_y 0.6719			
4	R_v -70.490		1.4870	70.40
(第4面)	R_x -52.620		(瞳位置より)	
(反射面)	K_v 0	Y	-13 θ 18.37°	
	K_x 0	Z	34	
	R_z -7.6251×10^{-8}			
	R_y -2.2778×10^{-10}			
	P_z -1.6010			
	P_y -1.5837			
5	85.106		(瞳位置より)	

(15)

特開平9-113801

	27				28
	(第3面)			Y	-32.132 θ -34.75°
				Z	40.966
6	∞				(瞳位置より)
(画像表示面)				Y	-30.195 θ -19.83°
				Z	53.755
【0110】実施例6					
面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心量)	アッペ数 (傾き角)	
1	∞ (瞳)				
2	57.185		1.5163	64.15	
(第1面)			(瞳位置より)		
			Y	12 θ -43°	
			Z	40	
3	R _v 868.454		1.5163	64.15	
(第2面)	R _x ∞		(瞳位置より)		
(反射面)	K _v 0		Y	-10 θ 28°	
	K _x 0		Z	50	
	R _z 1.2469 × 10 ⁻⁶				
	R _y -6.5241 × 10 ⁻¹⁰				
	P _z -0.1657				
	P _y -0.3656				
4	147.375		1.5163	64.15	
(第4面)			(瞳位置より)		
(反射面)			Y	-15 θ 23°	
			Z	30	
5	R _v 868.454		1.5163	64.15	
(第2面)	R _x ∞		(瞳位置より)		
(反射面)	K _v 0		Y	-10 θ 28°	
	K _x 0		Z	50	
	R _z 1.2469 × 10 ⁻⁶				
	R _y -6.5241 × 10 ⁻¹⁰				
	P _z -0.1657				
	P _y -0.3656				
6	-79.539		(瞳位置より)		
(第3面)			Y	-51.862 θ 63.19°	
			Z	93.453	
7	∞		(瞳位置より)		
(画像表示面)			Y	-54.387 θ 52.33°	
			Z	51.508	
【0111】実施例7					
面番号	曲率半径	40 間隔	屈折率 (偏心量)	アッペ数 (傾き角)	
1	∞ (瞳)				
2	-99.012		1.5163	64.15	
(第1面)			(瞳位置より)		
			Y	5.523 θ 0.34°	
			Z	42.121	
3	R _v -88.432		1.5163	64.15	
(第2面)	R _x -80.992		(瞳位置より)		
(反射面)	K _v 2.5380		Y	-4.695 θ 27.73°	

(16)

特開平9-113801

29

30

K_x 2.3862
 R_1 4.2978×10^{-7}
 R_2 2.1320×10^{-10}
 P_1 -0.0193
 P_2 -0.0400

Z 59.773

4 -51.868

1.5163 64.15

(第3面)

(瞳位置より)

(反射面)

Y -17.331 θ 23.29°

Z 42.790

5 -65.959

1.5163 64.15

(第4面)

(瞳位置より)

(反射面)

Y -13.843 θ -0.82°

Z 62.191

6 -51.868

(瞳位置より)

(第3面)

Y -17.331 θ 23.29°

Z 42.790

7 ∞

(瞳位置より)

(画像表示面)

Y -30.783 θ -5.46°

Z 36.202

【0112】実施例8

20

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	アッペ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	167.297		1.5163 64.15	
(第1面)			(瞳位置より)	
			Y 25 θ -18°	
			Z 26.241	
3	R_v 400		1.5163 64.15	
(第2面)	R_s 177.856		(瞳位置より)	
(反射面)	K_v -73.4978		Y -5.772 θ 38.27°	
	K_s 92.5183		Z 41.698	
	R_1 1.7724×10^{-7}			
	R_2 -5.6849×10^{-11}			
	P_1 2.3790			
	P_2 1.1041			
4	R_v 200		1.5163 64.15	
(第4面)	R_s 135.533		(瞳位置より)	
(反射面)	K_v -1.9711		Y 6.724 θ 31.39°	
	K_s 14.6846		Z -5.146	
	R_1 1.5060×10^{-8}			
	R_2 -1.6360×10^{-11}			
	P_1 2.7267			
	P_2 -0.3094			
5	R_v 400		1.5163 64.15	
(第2面)	R_s 177.856		(瞳位置より)	
(反射面)	K_v -73.4978		Y -5.772 θ 38.27°	
	K_s 92.5183		Z 41.698	
	R_1 1.7724×10^{-7}			
	R_2 -5.6849×10^{-11}			
	P_1 2.3790			

31		32
	P_1 1.1041	
6	R_v 200	1.5163 64.15
(第4面)	R_x 135.533	(瞳位置より)
(反射面)	K_v -1.9711	Y 6.724 θ 31.39°
	K_x 14.6846	Z -5.146
	R_z 1.5060×10^{-9}	
	R_y -1.6360×10^{-11}	
	P_z 2.7267	
	P_y -0.3094	
7	R_v 400	(瞳位置より)
(第2面)	R_x 177.856	Y -5.772 θ 38.27°
	K_v -73.4978	Z 41.698
	K_x 92.5183	
	R_z 1.7724×10^{-7}	
	R_y -5.6849×10^{-11}	
	P_z 2.3790	
	P_y 1.1041	
8	∞	(瞳位置より)
(画像表示面)		Y -6.101 θ 49.39°
		Z 66.376

【0113】実施例9

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心量)	アッペ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	-297.47		1.5163 64.15	
(第1面)			(瞳位置より)	
			Y 29.410 θ -0.23°	
			Z 26.632	
3	R_v -184.732		1.5163 64.15	
(第2面)	R_x -95.633		(瞳位置より)	
(反射面)	K_v -3.1978		Y 16.029 θ 33.92°	
	K_x -4.1084		Z 31.944	
	R_z -1.3721×10^{-7}			
	R_y -4.8704×10^{-14}			
	P_z -0.8291			
	P_y -0.0071			
4	R_v -391.72		1.5163 64.15	
(第4面)	R_x -70.599		(瞳位置より)	
(反射面)			Y -18.905 θ 16.13°	
			Z 28.517	
5	R_v -184.732		1.5163 64.15	
(第2面)	R_x -95.633		(瞳位置より)	
(反射面)	K_v -3.1978		Y 16.029 θ 33.92°	
	K_x -4.1084		Z 31.944	
	R_z -1.3721×10^{-7}			
	R_y -4.8704×10^{-14}			
	P_z -0.8291			
	P_y -0.0071			
6	1829.412		1.5163 64.15	
(第5面)			(瞳位置より)	

(18)

特開平9-113801

33 (反射面)			34		
			Y	-58.589	θ 46.87°
			Z	57.831	
7	R_v	-184.732		(瞳位置より)	
(第2面)	R_x	-95.633	Y	16.029	θ 33.92°
	K_v	-3.1978	Z	31.944	
	K_x	-4.1084			
	R_z	-1.3721×10^{-7}			
	R_y	-4.8704×10^{-14}			
	P_z	-0.8291			
	P_y	-0.0071			
8		∞		(瞳位置より)	
(画像表示面)			Y	-37.269	θ 54.31°
			Z	67.891	

【0114】実施例10

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心量)	アッペ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	R_v 276.464		1.5163	64.15
(第1面)	R_x 105.242		(瞳位置より)	
	K_v 176.2838		Y 2.792	θ -17.70°
	K_x 17.5964		Z 31.247	
	R_z 7.7034×10^{-7}			
	R_y -4.4238×10^{-9}			
	P_z 1.2490			
	P_y 0.0945			
3	R_v -115.076		1.5163	64.15
(第2面)	R_x -109.349		(瞳位置より)	
(反射面)	K_v -0.9556		Y -23.581	θ 12.16°
	K_x -6.1737		Z 64.552	
	R_z 1.5266×10^{-10}			
	R_y -2.1827×10^{-13}			
	P_z 15.6741			
	P_y -5.1396			
4	R_v -84.948		(瞳位置より)	
(第3面)	R_x -71.864		Y -39.205	θ 29.56°
	K_v 2.6905		Z 70.999	
	K_x -3.9975			
	R_z -1.7277×10^{-6}			
	R_y 8.9752×10^{-10}			
	P_z 0.6743			
	P_y 0.1087			
5	∞		(瞳位置より)	
(画像表示面)			Y -33.951	θ 23.99°
			Z 26.499	

【0115】実施例11

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心量)	アッペ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			

(19)

特開平9-113801

35		
2	R_v	413.784
(第1面)	R_x	100.922
3		-138.139
(第2面)		
(反射面)		
4	R_v	-97.085
(第3面)	R_x	-228.894
5		∞
(画像表示面)		

36		
		1.4870
		70.40
	(瞳位置より)	
Y	15.589	θ -19.27°
Z	38.060	
		1.4870
		70.40
	(瞳位置より)	
Y	-6.269	θ 18.73°
Z	58.402	
	(瞳位置より)	
Y	-17.728	θ 60.73°
Z	42.458	
	(瞳位置より)	
Y	-35.297	θ 21.06°
Z	21.066	

【0116】実施例12

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心量)	アッペ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	∞		1.5163	64.15
(第1面)			(瞳位置より)	
			Y -1.557	θ -13.01°
			Z 30	
3	R_v -107.677		1.5163	64.15
(第2面)	R_x -124.033		(瞳位置より)	
(反射面)	K_v 0.7139		Y -29.624	θ 16.99°
	K_x -1.3550		Z 67.452	
	R_t 3.6220×10^{-10}			
	R_s -7.4359×10^{-11}			
	P_t 29.8897			
	P_s 6.5074			
4	R_v -311.976		(瞳位置より)	
(第3面)	R_x 90.339		Y -39.956	θ 53.11°
	K_v 22.5600		Z 76.999	
	K_x 0			
	R_t -7.6268×10^{-7}			
	R_s 2.0870×10^{-10}			
	P_t 1.9069			
	P_s 0.8633			
5	∞		(瞳位置より)	
(画像表示面)			Y -43.950	θ 37.542°
			Z 32.513	

【0117】実施例13

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心量)	アッペ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	R_v 143.843		1.4922	57.50
(第1面)	R_x 29.666		(瞳位置より)	
	K_v -10.6789		Y -22.583	θ -0.80°
	K_x -4.1807		Z 21.322	
	R_t -1.3584×10^{-8}			

37				38
	R_1	-5.1466×10^{-10}		
	P_2	8.4020		
	P_3	-0.5529		
3	R_v	-184.192	1.4922	57.50
(第2面)	R_x	-456.655	(瞳位置より)	
(反射面)	K_v	-2.9172	Y 5.564	θ 53.46°
	K_x	-5.5396	Z 39.811	
	R_2	-8.1467×10^{-8}		
	R_3	2.5671×10^{-12}		
	P_2	0.3561		
	P_3	-0.5172		
4	R_v	70.860	1.4922	57.50
(第4面)	R_x	166.306	(瞳位置より)	
(反射面)	K_v	-8.7738	Y -13.573	θ 60°
	K_x	-1.3858	Z 22.548	
	R_2	3.6912×10^{-7}		
	R_3	-1.1704×10^{-12}		
	P_2	-1.2644		
	P_3	1.5310		
5	R_v	-184.192	(瞳位置より)	
(第2面)	R_x	-456.655	Y 5.564	θ 53.46°
	K_v	-2.9172	Z 39.811	
	K_x	-5.5396		
	R_2	-8.1467×10^{-8}		
	R_3	2.5671×10^{-12}		
	P_2	0.3561		
	P_3	-0.5172		
6		∞	(瞳位置より)	
(画像表示面)			Y -6.789	θ 68.00°
			Z 68.196	

【0118】実施例14

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	アッペ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	102.985		1.5093	68.07
(第1面)			(瞳位置より)	
			Y 0.923	θ -2.81°
			Z 29.185	
3	R_v 491.360		1.5093	68.07
(第2面)	R_x ∞		(瞳位置より)	
(反射面)	K_v -23.545		Y 9.366	θ 49.18°
	K_x 0		Z 33.561	
	R_2 -3.1250×10^{-10}			
	R_3 3.1733×10^{-12}			
	P_2 -3.9952			
	P_3 -0.5774			
4	111.602		(瞳位置より)	
			Y -18.553	θ 74.81°
			Z 45.079	
5	63.706		1.6619	32.68

(21)

特開平9-113801

39

40

			(瞳位置より)		
			Y	-24.901	θ 76.76°
			Z	39.979	
				1.6619	32.68
			(瞳位置より)		
			Y	-19.488	θ 60.27°
			Z	16.092	
6	R_v	67.336	(瞳位置より)		
(第4面)	R_s	82.918	Y	-24.901	θ 76.76°
(反射面)	K_v	-0.4537	Z	39.979	
	K_s	-0.4663		1.5093	68.07
	R_z	4.6318×10^{-8}	(瞳位置より)		
	R_j	1.7137×10^{-12}	Y	-18.553	θ 74.81°
	P_z	-0.3085	Z	45.079	
	P_j	-1.2267	(瞳位置より)		
7		63.706	Y	9.366	θ 49.18°
			Z	33.561	
8		111.602	(瞳位置より)		
			Y	7.910	θ 97.72°
9	R_v	491.360	Z	60.951	
(第2面)	R_s	∞	(瞳位置より)		
	K_v	-23.545	Y	-25.370	θ 76.20°
	K_s	0	Z	38.548	
	R_z	-3.1250×10^{-10}		1.6619	32.68
	R_j	3.1733×10^{-12}	(瞳位置より)		
	P_z	-3.9952	Y	-19.488	θ 60.27°
	P_j	-0.5774	Z	16.092	
10		∞	(瞳位置より)		
(画像表示面)			Y	-24.901	θ 76.76°
			Z	39.979	

【0119】実施例15

30

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心量)	アッペ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	108.105		1.5779	60.23
(第1面)			(瞳位置より)	
			Y	2.027 θ -3.83°
			Z	25.116
3	R_v 1676.967		1.5779	60.23
(第2面)	R_s ∞		(瞳位置より)	
(反射面)	K_v -1.1352		Y	7.253 θ 48.56°
	K_s 0		Z	32.313
	R_z -1.8564×10^{-10}			
	R_j -2.9541×10^{-13}			
	P_z -8.1079			
	P_j -2.4482			
4		49.089	1.6619	32.68
			(瞳位置より)	
			Y	-25.370 θ 76.20°
			Z	38.548
5	R_v 97.125		1.6619	32.68

41					42
(第4面) R_x	100.373			(瞳位置より)	
(反射面) K_v	-0.5142			Y	-13.327 θ 56.84°
K_x	-0.7399			Z	5.687
R_z	5.5402×10^{-8}				
R_y	-5.2212×10^{-12}				
P_z	0.0099				
P_y	0.1219				
6	49.089			1.5779	60.23
				(瞳位置より)	
				Y	-25.370 θ 76.20°
				Z	38.548
7	R_v 1676.967			(瞳位置より)	
(第2面) R_x	∞			Y	7.253 θ 48.56°
K_v	-1.1352			Z	32.313
K_x	0				
R_z	-1.8564×10^{-10}				
R_y	-2.9541×10^{-13}				
P_z	-8.1079				
P_y	-2.4482				
8	∞			(瞳位置より)	
(画像表示面)				Y	5.841 θ 78.81°
				Z	59.335
【0120】実施例16					
面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	アッベ数 (傾き角)	
1	∞ (瞳)				
2	104.277		1.6200	60.30	
(第1面)			(瞳位置より)		
			Y	6.01 θ -4.77°	
			Z	23.327	
3	-977.974		1.7201	46.70	
			(瞳位置より)		
			Y	12.778 θ -3°	
			Z	26.314	
4	R_v 731.548		1.7201	46.70	
(第2面) R_x	∞		(瞳位置より)		
(反射面) K_v	0		Y	2.779 θ 45.59°	
K_x	0		Z	38.175	
R_z	-1.0071×10^{-8}				
R_y	-3.2973×10^{-11}				
P_z	-1.9345				
P_y	-1.4200				
5	45.954		1.7550	27.60	
			(瞳位置より)		
			Y	-24.317 θ 74.19°	
			Z	39.647	
6	R_v 99.662		1.7550	27.60	
(第4面) R_x	114.270		(瞳位置より)		
(反射面) K_v	-0.8945		Y	-10.489 θ 53.63°	
K_x	-0.7173		Z	8.547	

(23)

特開平9-113801

43				44
	R_1	6.5273×10^{-8}		
	P_1	0.2247		
	P_2	-0.9576		
7		45.954	1.7201	46.70
			(瞳位置より)	
			Y	-24.317 θ 74.19°
			Z	39.647
8	R_v	731.548	(瞳位置より)	
(第2面)	R_x	∞	Y	2.779 θ 45.59°
	K_v	0	Z	38.175
	K_x	0		
	R_1	-1.0071×10^{-8}		
	R_2	-3.2973×10^{-11}		
	P_1	-1.9345		
	P_2	-1.4200		
9		∞	(瞳位置より)	
(画像表示面)			Y	5.982 θ 70.67°
			Z	60.426
【0121】実施例17				
	面番号	曲率半径	20 間隔	屈折率 アッベ数 (偏心量) (傾き角)
1		∞ (瞳)		
2	R_v	-736.361	1.4870	70.40
(第1面)	R_x	-505.846	(瞳位置より)	
	K_v	0	Y	-21.744 θ -2.45°
	K_x	0	Z	24.480
	R_1	-3.0670×10^{-8}		
	R_2	8.0969×10^{-11}		
	P_1	2.6398		
	P_2	0.0574		
3		-553.259	1.4870	70.40
(第2面)			(瞳位置より)	
(反射面)			Y	23.482 θ 53.27°
			Z	19.912
4	R_v	146.168	1.4870	70.40
(第4面)	R_x	128.931	(瞳位置より)	
(反射面)	K_v	-0.0677	Y	-42.800 θ 93.37°
	K_x	-0.4075	Z	-6.534
	R_1	5.5052×10^{-9}		
	R_2	-1.5143×10^{-11}		
	P_1	-1.5599		
	P_2	0.4377		
5	R_v	-736.361	1.4870	70.40
(第1面)	R_x	-505.846	(瞳位置より)	
(反射面)	K_v	0	Y	-21.744 θ -2.45°
	K_x	0	Z	24.480
	R_1	-3.0670×10^{-8}		
	R_2	8.0969×10^{-11}		
	P_1	2.6398		

(24)

特開平9-113801

45

46

6 P_1 0.0574
-553.259
(第2面)

(瞳位置より)

Y 23.482 θ 53.27°

Z 19.912

7 ∞
(画像表示面)

(瞳位置より)

Y 16.438 θ 58.43°

Z 39.101

【0122】実施例18

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心量)	アッペ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	1275.444		(瞳位置より)	
(反射面)			Y -5 θ 40°	
			Z 49.88	
3	R_v 136.469 R_x 164.489 K_v 0.7607 K_x -1.5983 R_z 9.5727×10^{-7} R_y -1.2540×10^{-12} P_z -0.2493 P_y -1.5581	-4.580	1.4870 (瞳位置より)	70.40
			Y -45.956 θ 50°	
			Z 17.296	
4	R_v 114.274 (反射面) R_x 114.451 K_v 0 K_x 0 R_z 3.1770×10^{-7} R_y 6.1129×10^{-13} P_z -0.2051 P_y 1.0083	4.580	1.4870	70.40
5	R_v 136.469 R_x 164.489 K_v 0.7607 K_x -1.5983 R_z 9.5727×10^{-7} R_y -1.2540×10^{-12} P_z -0.2493 P_y -1.5581			
6	∞ (画像表示面)		(瞳位置より)	
			Y -22.440 θ 72.80°	
			Z 71.052	

【0123】実施例19

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心量)	アッペ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	79.298	6	1.6200	60.30
			(瞳位置より)	
			Y -3.096 θ -15°	
			Z 22	

(25)

特開平9-113801

47		48	
3	-39.864	1	1.7550
4	-57.753		27.60
5	R _v -28.332		1.5163
	R _x ∞		(瞳位置より)
	K _v -0.2141	Y	-9.567 θ 15°
	K _x 0	Z	46.148
	R _t 2.6794 × 10 ⁻⁶		
	R _s -2.1462 × 10 ⁻⁹		
	P _t 0.4329		
	P _s 0.5870		
6	R _v -39.619		1.5163
(反射面)	R _x -67.799		(瞳位置より)
	K _v 0	Y	-20.032 θ 0.981°
	K _x 0	Z	50.073
	R _t 2.1459 × 10 ⁻⁶		
	R _s -3.2048 × 10 ⁻¹⁰		
	P _t -0.1395		
	P _s -0.9573		
7	R _v -28.332		(瞳位置より)
	R _x ∞	Y	-9.567 θ 15°
	K _v -0.2141	Z	46.148
	K _x 0		
	R _t 2.6794 × 10 ⁻⁶		
	R _s -2.1462 × 10 ⁻⁹		
	P _t 0.4329		
	P _s 0.5870		
8	∞		(瞳位置より)
(画像表示面)		Y	-16.158 θ 37.54°
		Z	34.338

【0124】実施例20

30

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	アッペ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	R _v -293.705		(瞳位置より)	
(反射面)	R _x -241.700		Y 6.356 θ 30°	
	K _v -7.2572		Z 50	
	K _x -15.1102			
	R _t 1.163 × 10 ⁻¹⁰			
	R _s 4.0479 × 10 ⁻¹¹			
	P _t 14.0494			
	P _s -0.0016			
3	-54.382	-13.393	1.6200	60.30
			(瞳位置より)	
			Y -20.251 θ 51.21°	
			Z 39.883	
4	53.673	-3	1.7550	27.60
5	127.245			
6	∞		(瞳位置より)	
(画像表示面)			-62.547 θ -135.03°	
			Z 11.874	

【0125】実施例21

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	アッペ数 (傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	$R_v -805.661$ $R_x 203.470$ $K_v 0$ $K_x 0$ $R_2 -2.6651 \times 10^{-7}$ $R_3 4.5387 \times 10^{-10}$ $P_2 -0.0707$ $P_3 -0.1071$		1.5254 (瞳位置より) Y -3.531 θ Z 50	56.25 32.54°
3 (反射面)	$R_v -405.815$ $R_x -878.408$ $K_v 0$ $K_x 0$ $R_2 3.4069 \times 10^{-9}$ $R_3 -3.7768 \times 10^{-11}$ $P_2 2.7869$ $P_3 0.0200$		1.5254 (瞳位置より) Y -15.839 θ Z 59.698	56.25 30°
4	$R_v -805.661$ $R_x 203.470$ $K_v 0$ $K_x 0$ $R_2 -2.6651 \times 10^{-7}$ $R_3 4.5387 \times 10^{-10}$ $P_2 -0.0707$ $P_3 -0.1071$		(瞳位置より) Y -3.531 θ Z 50	32.54°
5	-44.471	-12.023	1.6200 (瞳位置より) Y -17.314 θ Z 36.979	60.30 88.33°
6	66.167	-1.520	1.7550	27.60
7	-390.352			
8 (画像表示面)	∞		(瞳位置より) -61.997 θ Z 19.852	-122.81°

【0126】以上の本発明の光学系は、例えば次のように構成することができる。

【1】 回転非対称な面形状を有し、光軸に対して傾いて配置され、かつ、外形で決まる面の中心と面形状の中心とが一致しない光学面を少なくとも1面有する光学系において、前記光学面上の少なくともある任意の領域内において直交する2つの方向に関して面形状が対称とな*

$$0.05 \times D < L, < 0.25 \times D$$

ただし、Lは前記断面の前記の点に近い側の一端から前記の点までの距離、Dは前記断面の外径である。

【0128】【3】 少なくとも1つの対称面を有する回転非対称な面形状を有し、光軸に対して傾いて配置され、かつ、外形で決まる面の中心と面形状の中心とが一

* 点の前記光学面上に存在することを特徴とする光学系。

40 【0127】【2】 前記光学系において、少なくともある任意の領域内において直交する2つの方向に関して面形状が対称となる点での、何れか一方の対称面で切断した光学面の断面における前記の点の位置が以下の式を満たすことを特徴とする上記【1】記載の光学系。

$$\dots (1)$$

致しない光学面を少なくとも1面有する光学系において、前記対称面において切断した前記光学面の形状を以下の何れかの数式で表したとき、当該数式の少なくとも1つの極大点あるいは極小点が光学面内に存在することを特徴とする光学系。

$$Z = C Y \cdot y^2 / [1 + \{1 - (a k + 1) C Y^2 \cdot y^2\}^{1/2}] + \sum_{n=2}^{\infty} a c(n) \cdot y^n \quad \dots (2)$$

ただし、Zはある任意にとったY座標軸からのずれ量、
CYはY軸方向曲率、akは円錐係数、ac(n)は非*

*球面係数である。

$$Z = \sum_{n=1}^{\infty} C_{0n} \cdot y^n \quad \dots (3)$$

ただし、Zはある任意にとったY座標軸からのずれ量、
C_{0n}は各項の係数である。

※を表す数式の極大点あるいは極小点の少なくとも1点の
10 位置が以下の式を満たすことを特徴とする上記〔3〕記載の光学系。

【0129】〔4〕 前記対称面において切断した形状※

$$0.05 \times D < L < 0.25 \times D \quad \dots (4)$$

ただし、Lは前記断面の前記の点に近い側の一端から
前記の点までの距離、Dは前記断面の外径である。

★面又はトーリック面であり、その面形状の原点を前記光
学面の中に有することを特徴とする光学系。

【0130】〔5〕 回転非対称な面形状を有し、光軸
に対して傾いて配置され、かつ、外形で決まる面の中心
と面形状の中心とが一致しない光学面を少なくとも1面
有する光学系において、前記面形状がアナモルフィック★

【0131】〔6〕 前記アナモルフィック面又はトー
リック面の面形状の対称面の何れか一方で切断した光学
面の断面における、前記原点の位置が以下の式を満たす
ことを特徴とする上記〔5〕記載の光学系。

$$0.05 \times D < L < 0.25 \times D \quad \dots (8)$$

ただし、Lは前記断面の前記原点に近い側の一端から
前記原点までの距離、Dは前記断面の外径である。

20 【0138】〔13〕 前記光学系の第1面が、透過面
と同時に反射面を形成していることを特徴とする上記
〔12〕記載の光学系。

【0132】〔7〕 前記光学系において、前記回転非
対称な形状をした光学面が反射面であることを特徴とす
る上記〔1〕から〔6〕の何れか1項記載の光学系。

【0139】〔14〕 前記光学系が、少なくとも3つ
の面を有し、画像表示素子から射出された光線の通過す
る順に、少なくとも透過面と同時に反射面を形成する第
2面と、反射面を形成する第4面と、透過面を形成する
第1面とを含むことを特徴とする上記〔8〕記載の光学
系。

【0133】〔8〕 前記光学系が、画像表示素子と共
に頭部又は顔面装着式画像表示装置に用いられているこ
とを特徴とする上記〔1〕から〔7〕の何れか1項記載
の光学系。

30 【0140】〔15〕 前記光学系が、第2面において
光線が1度の透過と2度の反射を行い、かつ、第4面に
おいて2度の反射を行うことを特徴とする上記〔14〕
記載の光学系。

【0134】〔9〕 前記光学系が、少なくとも2つの
面を有し、透過面を形成する第1面と、反射面を形成す
る第2面とを含み、前記の少なくとも2つの面は観察者
が観察する投影画像の中心方向となる視軸に対して傾い
て配置されており、かつ、第1面と第2面との間の領域
が屈折率が1よりも大きな媒質で満たされていることを
特徴とする上記〔8〕記載の光学系。

【0141】〔16〕 前記光学系が、少なくとも3つ
の面を有し、画像表示素子から射出された光線の通過す
る順に、少なくとも透過面と同時に反射面を形成する第
2面と、反射面と同時に透過面を形成する第1面と、反
射面を形成する第4面とを含むことを特徴とする上記
〔8〕記載の光学系。

【0135】〔10〕 前記光学系が、互いに偏心して
配置された少なくとも2つの反射鏡を有し、その中の少
なくとも1つが凹面鏡であることを特徴とする上記
〔8〕記載の光学系。

40 【0142】〔17〕 前記光学系が、少なくとも4つ
の面を有し、画像表示素子から射出された光線の通過す
る順に、少なくとも透過面を形成する第3面と、反射面
を形成する第4面と、反射面を形成する第2面、透過面
を形成する第1面とを含むことを特徴とする上記〔8〕
記載の光学系。

【0136】〔11〕 前記光学系が、観察者が観察す
る投影画像の中心方向となる視軸に対して傾いて配置さ
れた少なくとも1つの凹面鏡を有し、前記凹面鏡と前記
画像表示素子との間に少なくとも1つの正の屈折力を有
する光学素子が配置されていることを特徴とする上記
〔8〕記載の光学系。

【0143】〔18〕 前記光学系が、第2面におい
て、光線が2度の反射を行うことを特徴とする上記〔1
7〕記載の光学系。

【0137】〔12〕 前記光学系が、少なくとも3つ
の面を有し、画像表示素子から射出された光線の通過す
る順に、少なくとも透過面を形成する第3面と、反射面
を形成する第2面と、透過面を形成する第1面とを含む
ことを特徴とする上記〔8〕記載の光学系。

50 【0144】〔19〕 前記光学系の第3面が、透過面
と同時に反射面を形成していることを特徴とする上記
〔17〕記載の光学系。

【0145】〔20〕前記光学系が、少なくとも4つの面を有し、画像表示素子から射出された光線の通過する順に、少なくとも1度の透過と2度の反射とを行う第2面と、反射面を形成する第5面と、反射面を形成する第4面と、透過面を形成する第1面とを含むことを特徴とする上記〔8〕記載の光学系。

【0146】

【発明の効果】以上の説明から明かなように、本発明の光学系によれば、光学面の外形の中心と面形状の中心とが一致しない回転非対称な光学面を有する光学系において、その光学面の直交する2つの方向に関して面形状が対称となる点とその光学面上に実際に存在するように構成されているので、測定機に対する光学面の位置決めを、近似によらずに、この点を基準にして行うことができるので、正確な面形状測定を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による接眼光学系の実施例1の断面図である。

【図2】本発明による接眼光学系の実施例2の断面図である。

【図3】本発明による接眼光学系の実施例3の断面図である。

【図4】本発明による接眼光学系の実施例4の断面図である。

【図5】本発明による接眼光学系の実施例5の断面図である。

【図6】本発明による接眼光学系の実施例6の断面図である。

【図7】本発明による接眼光学系の実施例7の断面図である。

【図8】本発明による接眼光学系の実施例8の断面図である。

【図9】本発明による接眼光学系の実施例9の断面図である。

【図10】本発明による接眼光学系の実施例10の断面図である。

【図11】本発明による接眼光学系の実施例11の断面図である。

【図12】本発明による接眼光学系の実施例12の断面図である。

【図13】本発明による接眼光学系の実施例13の断面図である。

【図14】本発明による接眼光学系の実施例14の断面図である。

【図15】本発明による接眼光学系の実施例15の断面図である。

【図16】本発明による接眼光学系の実施例16の断面図である。

【図17】本発明による接眼光学系の実施例17の断面

図である。

【図18】本発明による接眼光学系の実施例18の断面図である。

【図19】本発明による接眼光学系の実施例19の断面図である。

【図20】本発明による接眼光学系の実施例20の断面図である。

【図21】本発明による接眼光学系の実施例21の断面図である。

10 【図22】光軸に対し傾いて配置された回転非対称な光学面によりディストーションが発生する様子を示す図である。

【図23】光軸に対し傾いて配置された回転非対称な光学面を光軸に対してずらして配置することによりディストーションを補正する様子を示す図である。

【図24】直交する2つの方向に関して面形状が対称な形状をしている点が複数存在する面形状の例を示す図である。

20 【図25】本発明による光学系を接眼光学系として用いた頭部又は顔面装着式画像表示装置の1例の側面図である。

【図26】光学面の外径に対する面形状の中心の位置を定義するための図である。

【符号の説明】

1…観察者瞳位置

2…観察者視軸

3…光学系の第1面

4…光学系の第2面

5…光学系の第3面

30 6…光学系の第4面

7…光学系の第5面

8…画像表示素子

9…第1の反射鏡

10…第2の反射鏡

11…凹面鏡

12…正の屈折力を有する光学素子

13…アナモルフィック面の軸

14…面形状の中心

21…接眼光学系

40 22…画像表示素子

31…回転非対称な光学面

32…光学系の光軸

33…面形状の中心

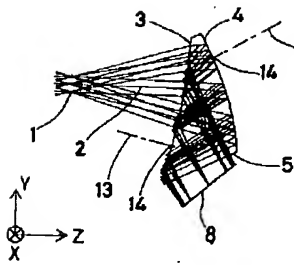
41…直交する2つの方向に関して面形状が対称な形状をしている点

51…光学系の断面

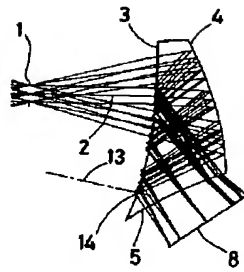
52…光学面の断面の両端

53…面形状の中心

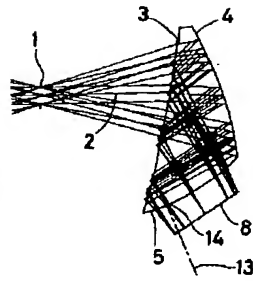
【図1】



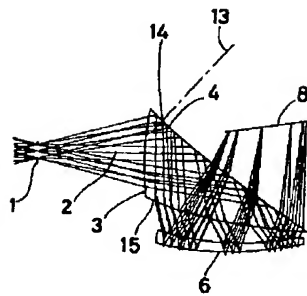
【図2】



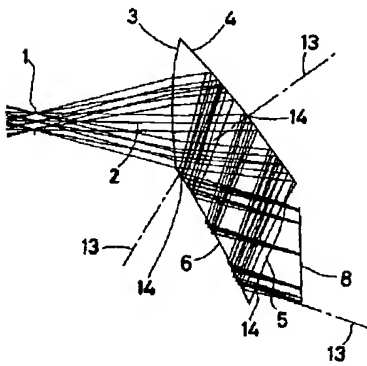
【図3】



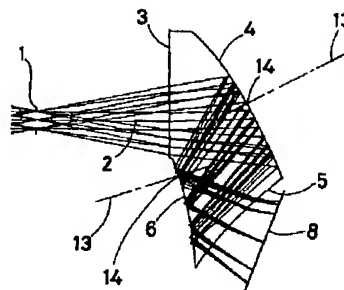
【図14】



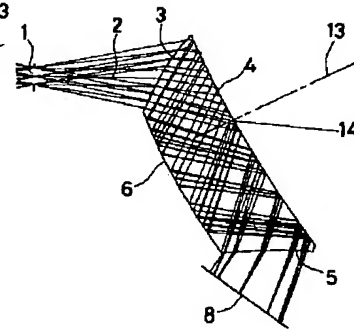
【図4】



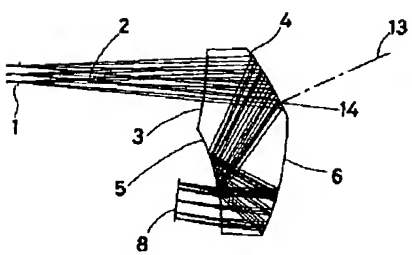
【図5】



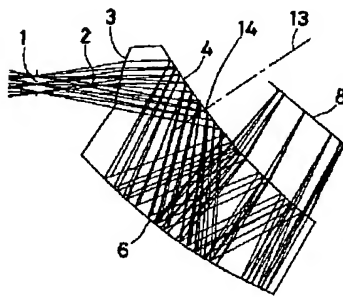
【図6】



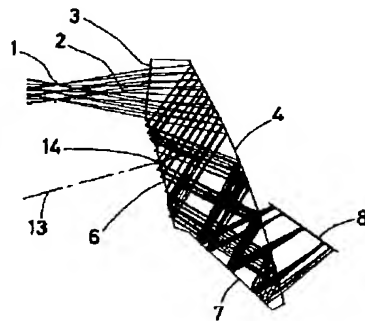
【図7】



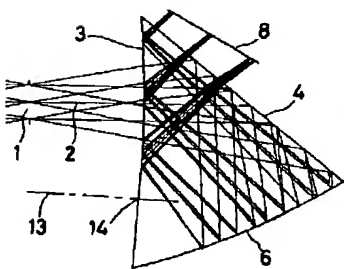
【図8】



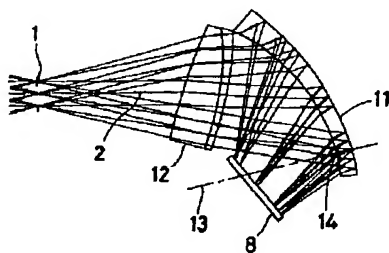
【図9】



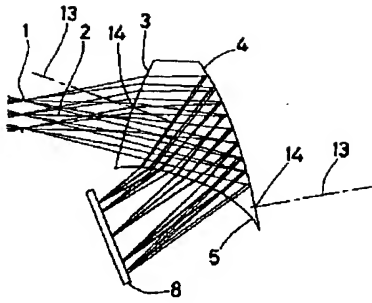
【図17】



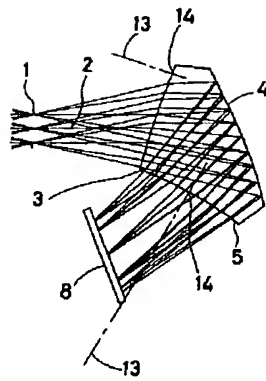
【図19】



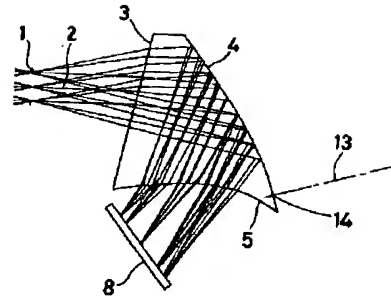
【図10】



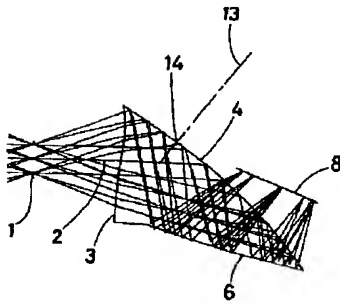
【図11】



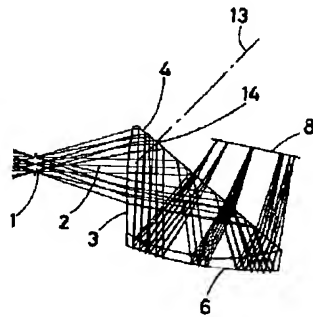
【図12】



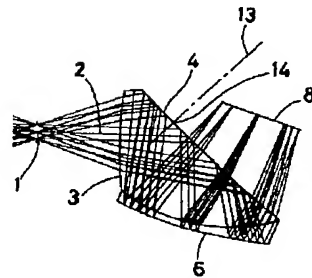
【図13】



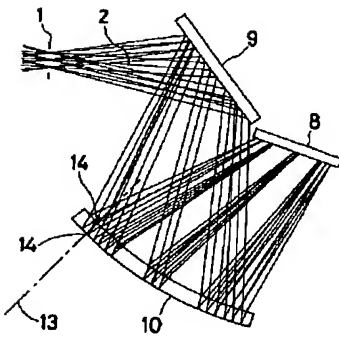
【図15】



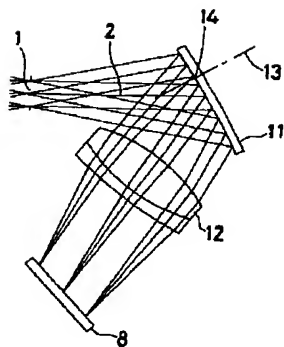
【図16】



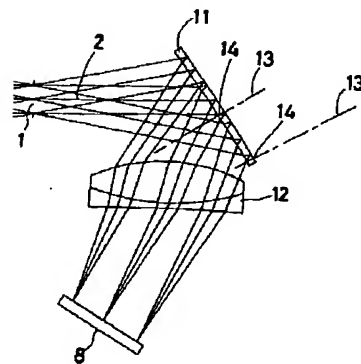
【図18】



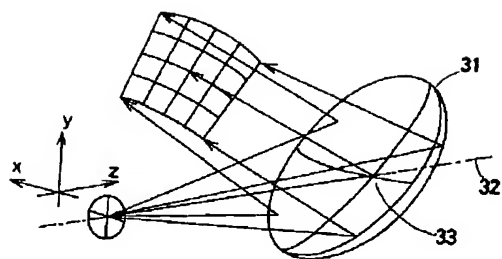
【図20】



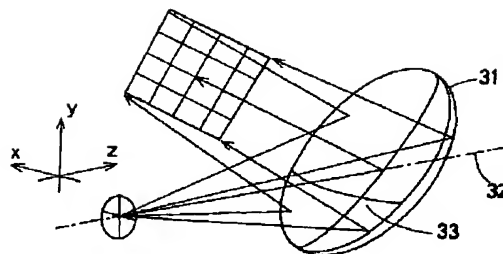
【図21】



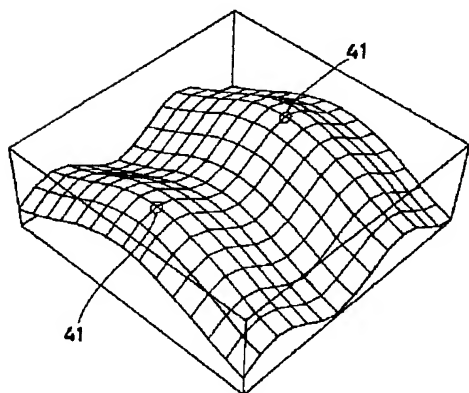
【図22】



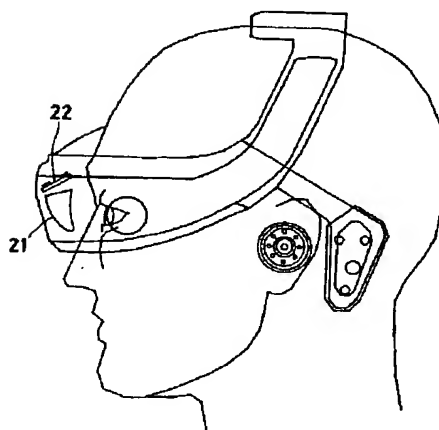
【図23】



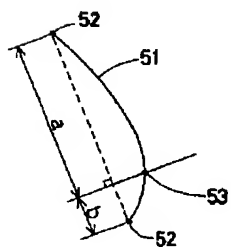
【図24】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋浩一

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリン
パス光学工業株式会社内